

11222



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES  
SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO  
INTEGRAL DE LA FAMILIA  
DIF

17

*ESTANDARIZACION DE VALORES NORMALES DE  
PRESION RESPIRATORIA MAXIMA EN ADULTOS  
MEXICANOS, RELACIONANDO EDAD Y GENERO*

## TESIS DE POSTGRADO

PARA OBTENER EL TITULO DE POSTGRADO  
EN LA ESPECIALIDAD DE  
*MEDICINA FISICA Y REHABILITACION*

P R E S E N T A

DRA. VERONICA GODINEZ VITE

# DIF

MEXICO, D.F.

ENERO 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTANDARIZACION DE VALORES NORMALES  
DE PRESION RESPIRATORIA MAXIMA EN ADULTOS  
MEXICANOS, RELACIONANDO EDAD Y GENERO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## AUTORIZACIONES

---

Lic Mario Julio Cordova Motte  
Director de Rehabilitación S N DIF

---

Dr. Luis S Rosales Pérez  
Subdirector de Rehabilitación S N DIF

---

Dra. María del Rosario Carmona Nieto  
Jefa de Departamento De Enseñanza e Investigación S N DIF

---

Dra. María Eugenia Domínguez Flores  
Jefa del Departamento de Rehabilitación Respiratoria del Instituto Nacional de  
Enfermedades Respiratorias  
Tutor de Tesis

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## AGRADECIMIENTOS

A mis Padres, Hermanos y Esposo por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A todas las personas que participaron y apoyaron esta investigación.

A la Dra. Ma. Eugenia Domínguez Flores y al Departamento de Investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias INER por su confianza.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INDICE

• INTRODUCCION .....	1
• EXPOSICION GENERAL.....	2
• 1 Antecedentes.....	2
• 2. Músculos respiratorios: Morfología .....	2
• 3. Músculos respiratorios y función .....	2
• 4. Rehabilitación de los músculos respiratorios .....	3
• 4.1 Modalidades de entrenamiento de los músculos respiratorios .....	3
• 5. Programas de entrenamiento .....	4
• 6 Medición de las Presiones Respiratorias Máximas .....	4
• 7. Forcímetro y Medición de PI Max y PE Max .....	4
• OBJETIVO .....	8
• MATERIAL Y METODOS .....	9
• ANALISIS ESTADISTICO .....	12
• RESULTADOS .....	13
• DISCUSIÓN.....	20
• CONCLUSIONES.....	22
• ANEXOS .....	23
• BIBLIOGRAFIA.....	32

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

El sistema respiratorio cumple con dos labores fundamentales relacionadas con el intercambio de gases a través de los pulmones y la función de bomba, necesaria para realizar la primera; de ahí la importancia del conocimiento de la anatomofisiología de todas las estructuras que participan en la respiración.

En México existe una alta incidencia y prevalencia de enfermedades que afectan directa o indirectamente el sistema respiratorio, ocasionando un sin número de signos y síntomas que en algún momento crean una discapacidad en las personas para realizar sus actividades de la vida diaria humana, el objetivo de la rehabilitación pulmonar es disminuir esta sintomatología, aumentar la tolerancia al ejercicio logrando por último una mejor calidad de vida al paciente neumópata. La rehabilitación forma parte fundamental del tratamiento en las enfermedades respiratorias crónicas

Saber cuáles son los valores normales de los fenómenos biológicos y en este caso el saber los valores normales de las presiones respiratorias máximas, nos permite definir más objetivamente en qué casos están alterados, medir el grado de debilidad de los músculos respiratorios y así mismo nos brinda la facilidad de evaluar los resultados obtenidos al aplicar algún tratamiento de rehabilitación pulmonar, por este motivo creemos indispensable investigar esos valores en nuestra población mexicana, con nuestros propios equipos y procedimientos ya que hemos observado la gran diferencia que existe en estos valores de acuerdo a diversos autores, relacionados con las diferencias en las características raciales, ambientales, nutricionales etc, por lo que los informes de normalidad de otros países no son aplicables a nuestra población y nos crea la necesidad de realizar este trabajo de investigación ya que contamos con los elementos humanos, financieros y materiales necesarios para la realización de la misma.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# EXPOSICION GENERAL.

## 1. Antecedentes

En las últimas décadas se ha producido un considerable auge en los programas de rehabilitación como forma de tratamiento integral de los pacientes con EPOC y otras enfermedades pulmonares crónicas a fin de disminuir la sintomatología, aumentar la tolerancia al ejercicio y en definitiva, mejorar su calidad de vida. Coincidiendo con esto, se ha establecido el importante papel de la bomba ventilatoria, constituida por los centros respiratorios, los nervios transmisores del impulso, los músculos respiratorios y la caja torácica, cuyo fracaso va a ser causa de hipoventilación e hipercapnia 1 También se conoce que en la enfermedad respiratoria crónica con frecuencia existe una situación de debilidad de los músculos respiratorios secundaria al incremento del trabajo de la respiración, a cambios en la morfología de los músculos respiratorios y a afectación intrínseca de los mismos. Esta debilidad muscular puede contribuir al fallo de la bomba ventilatoria, así como originar o acentuar la sensación de disnea Por estos motivos un aspecto importante a considerar dentro del tratamiento de los pacientes con enfermedad pulmonar crónica es el de las medidas encaminadas a la rehabilitación de los músculos de la respiración. Con este fin resulta importante conocer las características de estos músculos, su implicación en la enfermedad respiratoria crónica, las medidas que pueden contribuir a mejorar su función y las evidencias actualmente disponibles sobre la eficacia de estas medidas 2

## 2. MUSCULOS RESPIRATORIOS: MORFOLOGIA

Los músculos respiratorios son morfológica y funcionalmente músculos esqueléticos cuya función principal es desplazar rítmicamente la pared torácica a fin de bombear el volumen de aire que permita el intercambio gaseoso necesario para los requerimientos metabólicos del organismo Mientras que, en condiciones normales, la espiración se realiza en forma pasiva al relajarse los músculos inspiratorios, la inspiración exige la contracción muscular activa de forma rítmica 2 El diafragma es el principal músculo inspiratorio, pero es necesario considerar también los músculos de la caja torácica, fundamentalmente los intercostales y los abdominales accesorios de la respiración. Debe tenerse en cuenta que el trabajo de los músculos respiratorios se lleva a cabo de forma coordinada e interdependiente y que sus propiedades globales van a depender del tipo de sus unidades motoras y de su patrón de reclutamiento 3

## 3. MUSCULOS RESPIRATORIOS Y FUNCION

En las enfermedades respiratorias existe un aumento del trabajo respiratorio, una mala función muscular determinada tanto por cambios geométricos de la pared torácica y estructurales secundarios a la enfermedad, como por el impacto que ejercen otros factores que frecuentemente se asocian a la enfermedad, como son las alteraciones nutricionales, metabólicas y secundarias al tratamiento 4

La contracción muscular se rige por una característica relación longitud/tensión, en virtud de la cual la tensión generada por la contracción de una fibra muscular disminuye conforme la longitud de la fibra disminuye, y explica las relaciones entre volumen pulmonar y fuerza



de contracción 5,6, otra característica de la contracción muscular viene dada por la relación fuerza/velocidad de contracción, según la cual, la fuerza de contracción disminuye conforme aumenta la velocidad 7

En los pacientes con EPOC se producen unos factores de adaptación a la sobrecarga, que parecen desencadenados por una primera lesión de rotura de sarcómeros, además de que estos enfermos suelen presentar un inadecuado estado de nutrición 8. Las alteraciones nutricionales son mayores en pacientes con enfermedad severa y también en situaciones de agudización. Se ha visto que la pérdida de peso se acompaña de una reducción en la masa muscular diafragmática. Desde el punto de vista funcional, existe una relación entre la situación nutricional y la función muscular valorada por la  $Pi_{max}$  4

Otra serie de factores a considerar podrían ser las alteraciones en los valores de calcio, potasio y magnesio, que con frecuencia presentan estos enfermos, e incluso la miopatía iatrogénica que puede sobrevenir como resultado de tratamientos prolongados con esteroides

La insuficiencia respiratoria hipoxémica-hipercápnica que presentan los enfermos con formas evolucionadas de EPOC también contribuye a la disfunción muscular de estos pacientes 4, 8

#### **4. REHABILITACION DE LOS MUSCULOS RESPIRATORIOS**

Estableciendo el hecho de que en los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas con frecuencia existe una situación de debilidad muscular que puede contribuir al deterioro fisiológico y funcional de los pacientes, dentro de la rehabilitación respiratoria hay que considerar las medidas encaminadas a la mejoría específica de la función de los músculos respiratorios y que van desde la corrección de los factores debilitantes, pasando por el entrenamiento muscular, hasta el reposo de los músculos respiratorios. 4 5,8

##### **4.1 MODALIDADES DE ENTRENAMIENTO DE LOS MUSCULOS RESPIRATORIOS**

Existen dos modalidades fundamentales de entrenamiento de la musculatura respiratoria, el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento de resistencia 9

El entrenamiento de fuerza puede lograrse bien realizando maniobras repetidas de presiones máximas o bien respirando contra una resistencia inspiratoria creada mediante la aplicación en la boca de "resistores", cilindros con orificios de diámetro progresivamente más reducido, los P Flex. También se pueden utilizar los denominados dispositivos "umbral" mecanismos portadores de una carga prefijada, en virtud de la cual el flujo de aire sólo se produce si se genera una fuerza suficiente para vencer dicha carga. La valoración de estos procedimientos de entrenamiento se hace en función del incremento obtenido en las presiones inspiratorias y espiratorias máximas ( $P_{Imax}$ ,  $P_{Emax}$ ) y en la presión transdiafragmática 4,6. La mayoría de los programas de entrenamiento inspiratorio se realizan utilizando mecanismos de inspiración contra resistencia. La eficiencia del entrenamiento va a depender de lo adecuado de su intensidad y duración. Son aspectos de especial interés la intensidad del entrenamiento, el patrón de respiración seguido durante el mismo y la duración del programa. En relación con el primer punto, si bien no es recomendable sobrepasar cargas superiores al 40% de la  $P_{Imax}$ , cargas inferiores al 30% serían de escasa utilidad. En cuanto al patrón ventilatorio en sujetos sanos, Clanton et al 10

han puesto de manifiesto que el patrón de respiración, fundamentalmente la relación tiempo inspiratorio/tiempo total, tiene un efecto significativo sobre la resistencia muscular, y los mismos autores diseñaron un dispositivo de entrenamiento de carga ideado para mantener un flujo constante  $\dot{V}_E$ , consiguiendo un significativo incremento de la presión inspiratoria máxima

## 5. PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

Trabajos realizados por Lisboa et al han demostrado el entrenamiento de intensidad moderada puede tener una eficacia similar a la obtenida con presiones inspiratorias del 30% de la  $P_{I\max}$  siempre que se mantenga un patrón de flujo alto <sup>12,13</sup>. En relación con la duración del programa, los mejores resultados en términos de incremento de  $P_{I\max}$  se obtenían a las 8 semanas, sin que los cambios observados a partir de este tiempo fuesen significativos.<sup>14</sup>

Cambios en la sensación de disnea. La mayor parte de los estudios publicados <sup>15,16,17</sup> ha señalado también una disminución en la sensación de disnea en enfermos con EPOC sometidos a entrenamiento muscular, atribuyéndolo directamente al incremento de la fuerza muscular. El incremento en  $P_{I\max}$  daría lugar a una mejor relación  $P_i/P_{I\max}$  y como consecuencia una disminución en la sensación de disnea. Estudios realizados por Mahler y Haiver <sup>17</sup> han encontrado una relación lineal inversa entre la sensación de disnea, evaluada mediante tres diferentes escalas clínicas, y la fuerza de los músculos inspiratorios, valorados mediante la  $P_{I\max}$ . También Patessio et al <sup>18</sup> encuentran una similar relación entre  $P_{I\max}$  y sensación de disnea, en este caso valorada mediante escala de Borg.

Después de la valoración inicial, llevan a cabo un programa de entrenamiento muscular de resistencia, encontrando que tras el entrenamiento la sensación de disnea era menor y seguía relacionándose con la  $P_{I\max}$ , que había aumentado significativamente <sup>19</sup>.

## 6. MEDICION DE PRESIONES RESPIRATORIAS MAXIMAS

La medición de las presiones inspiratorias y expiratorias máximas ( $P_{I\max}$  y  $P_{E\max}$  respectivamente) producidas por la boca es un método clínico no invasivo aceptado para la medición de la fuerza de los músculos respiratorios; sin embargo, la elección de los valores normales para estas medidas es difícil por la gran variación de valores normales reportados en la literatura. En estudios en adultos masculinos sanos, los rangos de valores medios registrados de 89 a 149cmH<sub>2</sub>O han sido reportados para la  $P_{I\max}$ . Valores publicados para la  $P_{E\max}$  en adultos masculinos son incluso más discrepantes, con un rango de 130 a 247cmH<sub>2</sub>O <sup>20</sup>.

## 7. FORCÍMETRO Y MEDICION DE $P_{I\max}$ y $P_{E\max}$

El forcímetro es un instrumento diseñado para la evaluación de la fuerza muscular respiratoria, midiendo los parámetros conocidos como Presión Inspiratoria máxima y Presión expiratoria máxima. El resultado de las mediciones se presenta en unidades de presión (cmH<sub>2</sub>O) en el indicador de cristal líquido del equipo. El forcímetro se suministra con: boquilla desechable, batería de 9 volts y estuche con manija. El equipo no requiere instalación y después de insertar la batería y colocar la boquilla en su lugar se puede usar de inmediato en el Laboratorio de Función Respiratoria <sup>21, 22, 23, 24</sup>.

La fuerza de los músculos respiratorios es evaluada indirectamente midiendo la presión en la boca creada al realizar un esfuerzo máximo en contra de la vía aérea cerrada, considerándose la maniobra isométrica. El equipo tiene un pequeño orificio de fuga de dimensiones controladas para prevenir la generación de presiones excesivas. 25

El movimiento del sistema respiratorio se traduce en la generación de volumen. La fuerza que origina dicho movimiento se expresa en términos de presión. Cuando los músculos respiratorios se contraen se generan presiones y, en consecuencia, se produce un cambio del volumen pulmonar. Las presiones generadas sirven para estudiar las propiedades mecánicas del sistema respiratorio. Del sistema respiratorio pueden medirse varias presiones. 26 27

La presión estática máxima en boca es la técnica de medición de la fuerza muscular respiratoria más utilizada. El procedimiento fue descrito por Black y Hyatt 20. La técnica es sencilla y consiste en desarrollar máximos esfuerzos inspiratorios y/o expiratorios con la vía aérea cerrada. El volumen estático pulmonar desde el que se efectúa debe normalizarse 21. Por lo general, las maniobras se realizan a partir del volumen residual para la presión máxima inspiratoria (P I Max) y de la capacidad pulmonar total (TLC) para la presión máxima espiratoria (P E Max). También se llevan a cabo desde capacidad funcional residual (FRC), aunque los valores obtenidos son menores. Se recomienda el uso de boquillas de tipo submarinista, para evitar las fugas de aire a través de las comisuras labiales. La sujeción de las comisuras bucales por el técnico eleva los valores de presión máxima.

VALORES NORMALES DE PRESIONES RESPIRATORIAS MAXIMAS Black y Hyatt.

		PRESION (cmH <sub>2</sub> O)				
		EDAD EN AÑOS				
PRESION	SEXO	20-54	55-59	60-64	65-69	70-74
PI MAX	Hombres	124	103	103	103	103
PI MAX	Mujeres	84	77	73	70	65
PE MAX	Hombres	230	218	209	197	185
PE MAX	Mujeres	152	145	140	135	128

Leo F. Black y Robert E. Hyatt. *American Review of Respiratory Disease*. Vol 99 1969

Las maniobras a realizar son esfuerzos dependientes y están en función de la colaboración del paciente, por lo que se recomienda efectuar un número mínimo de maniobras (4 a 9) para obviar el efecto aprendizaje 28, 29, 30

La onda de presión máxima consta de dos partes: un pico de presión, que se produce antes del primer segundo, y una meseta 20. Dada la alta variabilidad de la presión pico, se tiene a recoger la presión mantenida durante más de un segundo, tiempo que puede alcanzarse tanto por los sujetos sanos como por los pacientes afectados de una enfermedad pulmonar

Para evitar el efecto de la acción de los músculos faciales durante las maniobras máximas se inserta un agujero de 2mm de diámetro en el tubo de aplicación de la boquilla 31 El coeficiente de variación interindividual son elevados y pueden oscilar entre un 7 y un 11%, 32,33,34 Los coeficientes de variación interindividual son elevados y pueden oscilar entre un 8 y un 40% Las presiones máximas disminuyen con la edad y de forma lineal o exponencial y son mayores en los varones 20

Rahn y asociados 27 describieron en detalle la relación entre el volumen pulmonar y las presiones respiratorias estáticas máximas Cook y asociados 28 y Ringqvist 29 recientemente revisaron la literatura concerniente a la determinación de las presiones máximas, en los E U , describiendo nuevos métodos para la medición de las mismas, y además estudiaron la relación a inflación pulmonar Ringqvist 29 ha publicado una larga serie de determinaciones de presiones máximas en hombres y mujeres adultos de diferentes edades

Las mediciones de presión respiratoria máxima pueden ser un método útil para cuantificar la debilidad de los músculos respiratorios que ocurren en enfermedades neuromusculares

Los valores normales para las presiones máximas en un gran grupo de hombres y mujeres, el efecto de la edad sobre las presiones máximas y la reproductibilidad de las mediciones por el método han sido determinadas 34

Cook y asociados 28 y Ringqvist 29 encontraron que en población de U S A , las presiones expiratorias máximas más altas fueron obtenidas en volúmenes pulmonares mayores al 70% de la capacidad pulmonar total y la presión inspiratoria máxima más alta fue obtenida en volúmenes menores al 40 y 50% de la capacidad pulmonar total

Para iniciar la medición de la PEMAX desde el CPI y de la PIMAX desde el VR, las presiones máximas más altas para el sistema respiratorio deberían ser registradas por el método presente. Hyatt 20 encontró que este método dio resultados similares a otro método para medir la fuerza de los músculos respiratorios.

### Valores de literatura para presiones respiratorias en adultos sanos.

REFERENCIA	EDAD	No. SUJETOS HOMBRES	No. SUJETOS MUJERES	HOMBRES PIMax H2O	HOMBRES PEMax H2O	MUJERES PIMax H2O	MUJERES PEMax H2O
Hutchinson	Adultos	1061	0	89	130	---	---
Ringqvist	18-29	37	33	146 +/-26	247 +/-41	113 +/-24	170 +/-29
Leech et al	21-35	108	81	114	160	67	94
Cook et al	18-32	0	9	---	---	100 +/-19	146 +/-34
Black/Hyatt	18-47	12	0	133 +/-39	237 +/-45	---	---
Black/Hyatt	20-54	60	60	124 +/-22	233 +/-42	---	---
Jones et al	18-23	0	24	---	---	63 +/-24	101 +/-38
Gilbert et al	20-54	53	42	119	---	82	---
Gross	15-54	30	0	109	162	---	---
Rahn et al	Adultos	31	0	109	158	---	---
Shilling	Adultos	419	0	---	155	---	---
Cripps	Adultos	950	0	---	181	---	---
Schneider	Adultos	123	0	---	167	---	---
Di Marco et al	Adultos	11	0	108 +/-6	---	---	---

*Chest 1984; 86 4. 571*

Las enfermedades neuromusculares que involucran a los músculos respiratorios son comunes y sería de ayuda contar con un método de cuantificación de esta debilidad muscular. Miller y col 32 describieron 3 pacientes con atrofia muscular progresiva y esclerosis lateral amiotrófica con la queja primaria de disnea de esfuerzo. Las pruebas de función pulmonar revelaron decremento de la capacidad vital (CV), la capacidad respiratoria máxima (CRM) y la capacidad pulmonar total (CPT) con volumen residual normal.

Guilliam y col estudiaron 11 pacientes con distrofia miotónica; ellos midieron la P E Max con un esfingomanómetro de columna de mercurio y encontraron que la P E Max fue disminuida durante la CV, la CRM indirecta, y la PCO<sub>2</sub> venosa fue normal 29. En contraste para las mediciones de volúmenes pulmonares y pruebas dinámicas tales como la CRM, los cuales pueden ser alterados por muchas enfermedades intrapulmonares, la determinación de las presiones máximas es un método específico para estimar la fuerza muscular respiratoria. En suma para uso en pacientes con enfermedad neuromuscular sola, provee un método de evaluación de la posible contribución de debilidad muscular en la producción de síntomas en pacientes que tienen más de una enfermedad afectando el sistema respiratorio. 35,36

Las pruebas de P I Max y P E Max pueden también ser de valor en el seguimiento a la respuesta a tratamiento de rehabilitación respiratoria en tales condiciones.

7

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **OBJETIVO :**

Determinar los valores normales de las presiones respiratorias inspiratorias y expiratorias máximas en personas sanas mexicanas, en relación con su edad y género

## MATERIAL Y METODOS

Es una investigación descriptiva, abierta observacional, prospectiva y transversal, realizada en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México, durante el periodo de septiembre del 2000 a septiembre del 2001; estudiando a población cuyos criterio de inclusión fueron ser adultos mexicanos sanos, de ambos sexos, excluyendo a los fumadores y eliminando a aquellas personas que no siguieron adecuadamente las indicaciones de las técnicas para medición de P I Max y P E Max

Las variables dependientes discontinuas a estudiar fueron las P I Max y P E Max a diferentes volúmenes pulmonares, midiendo los resultados en una escala de intervalo en cm de H<sub>2</sub>O; y las variables independientes nominales la edad y el género

Se seleccionó la muestra mediante un cuestionario clínico que especificaba los criterios de inclusión y exclusión, formando dos grupos de sujetos de acuerdo al género y subdividiéndolos de acuerdo a las décadas establecidas de los 20 hasta los 84 años. Se registraron peso, talla, saturación de O<sub>2</sub>, Frecuencia cardiaca en reposo, e IMC.

Así mismo se evaluaron los volúmenes pulmonares por medio de una espirometría, registrando FEV<sub>1</sub> y CVF, además de la relación de ambos

Utilizando un forcímetro marca micro MPM cólica, con boquillas desechables y un compresor de nariz, previamente se trabajó con un grupo de 10 sujetos (5 hombres y 5 mujeres) con las mismas características, en 3 días consecutivos para evaluar las diferencias inter e intraobservador, estableciendo así la consistencia y validez de la medición clínica, de acuerdo a lo estipulado por Tatsuko L. 37 encontrando que no hubo diferencia significativa en la medida de valores para las presiones en los diferentes días

Se explicó el procedimiento técnico de medición de PI Max y PE Max de forma individual a las personas, las cuales durante el procedimiento permanecieron sentadas y colocado el compresor de nariz

Se formaron grupos de sujetos de acuerdo género y se subdividieron de acuerdo a las décadas establecidas desde los 20 hasta los 84 años

Se registraron peso y talla mediante una báscula clínica con estadímetro

Se midió y registró la saturación de Oxígeno y Frecuencia cardiaca en reposo mediante un oxímetro digital

Se realizaron pruebas de capacidad pulmonar mediante un espirómetro registrando FEV<sub>1</sub> y CVF

Para medir la presión expiratoria máxima, se deslizó el interruptor desde la posición "OFF" a la posición "EXP-CMS", y se esperó hasta que el indicador marcó "000". Se instruyó al sujeto para que inhalara hasta su capacidad pulmonar total (CPT) y entonces

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

antes de exhalar, insertó la boquilla dentro de la boca, asegurándose que la pestaña estuviera posicionada sobre las encías y dentro de los labios y que los "bloques de mordida" estuvieran entre los dientes. Para una medición exacta se vigiló que no existan fugas en el sistema. Una vez que la boquilla fue posicionada correctamente, se instruyó al sujeto para que exhalara con tanta fuerza como le fue posible contra la resistencia (el pequeño orificio calibrado) tomando nota del valor que apareció en la pantalla. Se tomaron 3 mediciones con diferencia menor al 5% y se registraron como definitiva la más alta

Para medir la presión inspiratoria máxima, se deslizó el interruptor desde la posición "OFF" a la posición "INSP-CMS", y se esperó hasta que el indicador marcó "000" Se instruyó nuevamente al sujeto para que exhalara hasta su Volumen Residual (VR) y entonces, que insertó la boquilla de acuerdo al procedimiento descrito con anterioridad. Una vez que la boquilla fue posicionada correctamente, se pidió al sujeto que inhalara con tanta fuerza como le fuera posible, se tomaron 3 mediciones con diferencia menor al 5% y se registró como medida definitiva la más alta.

Fue importante que el máximo esfuerzo se sostuviera por al menos un segundo para cada medición ya sea inspiratoria o expiratoria

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva en el caso de las variables medidas en escala cualitativa donde se dieron proporciones y porcentajes; en el caso de variables medidas en escala cuantitativa se expresó como media, mediana y desviación estándar, así como sus percentiles.

Los pasos de análisis de regresión múltiple se llevaron a cabo para obtener el predicho máximo para presiones y fuerzas en término de edad, género, peso y talla. El género fue marcado como un valor de 1 para hombres y 2 para mujeres en cuestión de análisis de regresión múltiple.

El análisis de regresión lineal se realizó para observar el comportamiento de las variables dependientes con respecto a las independientes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## RESULTADOS

Ingresaron 246 sujetos sanos de 20 a 85 años de edad que aceptaron participar en el estudio y que cumplían con los criterios de inclusión, se eliminaron a 28 por no realizar adecuadamente la técnica para medición de PI Max y PE Max; quedando un total de 218 sujetos

En la tabla I se muestran las características generales de los sujetos, observando que la saturación de O<sub>2</sub> en reposo (promedio de 94%± 2, en ambos sexos), la frecuencia cardiaca (promedio de 78±8), y el índice de masa corporal (IMC <30Kg/m<sup>2</sup>) en ambos géneros fueron normales. Así mismo los valores de FVC (promedio de 4.08 en hombres y 3.02 en mujeres), el FEV<sub>1</sub> (promedio de 3.25 y 2.5, hombres y mujeres respectivamente) y la relación FVC/FEV<sub>1</sub> (promedio de 79.7 y 81.6) también se encontraron dentro de los parámetros establecidos de acuerdo a su edad, sexo, peso y talla

**Tabla I.** Características generales de los 218 sujetos mexicanos sanos que participaron en el estudio para la estandarización de valores normales de PI max y PE Max

DATOS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Num de sujetos	103	115	218
Edad (años)	52	53	
Peso (Kg)	73 (+/-4)	62 (+/- 9)	67
Talla (cm)	165 (+/-6)	154 (+-7)	159
IMC	27 (+/-5)	26 (+/-4)	23
Saturación de O <sub>2</sub>	96 (+/-2)	95 (+/-2)	95
Frecuencia cardiaca	78	78	78
FVC	4.08	3.02	3.52
%FVC	104	110	107
FEV <sub>1</sub>	3.25	2.51	2.86
%FEV <sub>1</sub>	103	109	106
FEV <sub>1</sub> /FVC	79.77	81.61	80.74
% FEV <sub>1</sub> /FVC	101	102	102

Fuente: Base de datos VGV/01

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La tabla II muestra la distribución de la población por grupos de edad y género con una n=218, registrando un total de 103 hombres (47.2%), y 115 mujeres (52.7%). Anexo 1 El promedio para cada grupo de edad y género fue de 8 sujetos, con un máximo de 13 y un mínimo de 7.

**Tabla II** Distribución de la población de acuerdo a edad y género de los sujetos mexicanos que participaron en el estudio para la estandarización de los valores normales de PI max y PE max

GRUPO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
20-24	8	13	21
25-29	8	8	16
30-34	8	10	18
35-39	8	11	19
40-44	8	8	16
45-49	8	8	16
50-54	8	8	16
55-59	8	9	17
60-64	8	5	13
65-69	7	8	15
70-74	7	8	15
75-79	9	8	17
80-84	8	11	19
Total	103	115	218

Fuente: Base de datos VGV/01

Por otro lado la tabla III muestra los resultados obtenidos en cuanto a presiones inspiratorias máximas con técnica de volumen residual (VR) y capacidad pulmonar total (CPT), así como de la presión expiratoria máxima, de acuerdo al grupo de edad y género, en el que se observa que las presiones inspiratorias y expiratorias máximas van disminuyendo conforme avanza la edad Anexo 2

Los sujetos femeninos mostraron una gran diferencia entre PI Max y PE Max que los masculinos; sin embargo ambas presiones respiratorias fueron significativamente más altas para los hombres ( $P < 0.03$ ).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Tabla III** Valores Normales para Presiones Respiratorias en Adultos Mexicanos

Grupo de Edad	PI max VR		PMI max CFR		PE max	
	HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER
24-24	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	116±22
25-29	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	116±22
30-34	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	116±22
35-39	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	116±22
40-44	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	116±22
45-49	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	116±22
50-54	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	102±12
55-59	103±16	72±10	100±15	71±7	140±22	102±12
60-64	78±8	60±5	76±7	56±7	107±10	102±12
65-69	78±8	60±5	76±7	56±7	107±10	102±12
70-74	78±8	48±5	76±7	45±9	95±7	63±8
75-79	68±4	48±5	67±4	45±9	95±7	63±8
80-84	68±4	48±5	67±4	45±9	95±7	63±8

Fuente: Base de datos VGV/01

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En las tablas IV y V observamos los valores sobre PI Max a VR en relación a su media, mediana, desviación estándar; (IV Hombres y V Mujeres), encontramos que estos valores representan el 81% en hombres y 84% en las mujeres) de lo reportado por Black y Hyatt como normal para cada grupo de edad. Así mismo se reportan los valores máximos y mínimos obtenidos y el número de pacientes por cada grupo. Las gráficas de percentiles se localiza en el anexo 3.

**Tabla IV** Valores promedios de PI Max a VR en Hombres Mexicanos

GRUPO DE EDAD	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MAXIMO	MINIMO	N
20-24	108	109	6	119	99	8
25-29	104	105	9	119	92	8
30-34	107	107	5	116	99	8
35-39	104	104	4	111	99	8
40-44	100	99	10	110	77	8
45-49	103	102	6	114	94	8
50-54	102	102	9	112	83	8
55-59	103	106	7	110	92	8
60-64	83	80	8	100	76	8
65-69	79	79	2	84	76	7
70-74	73	74	4	80	69	7
75-79	68	69	2	72	64	9
80-84	68	68	4	76	62	8
TOTAL	92	99	16	119	62	113

Fuente: Base de datos VGV/01

**Tabla V** Valores promedios de PI Max a VR en Mujeres Mexicanas

GRUPO DE EDAD	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MAXIMO	MINIMO	N
20-24	76	78	3	81	70	13
25-29	74	75	3	79	70	8
30-34	73	71	6	89	68	10
35-39	74	78	6	81	61	11
40-44	70	70	3	76	66	8
45-49	69	69	2	72	63	8
50-54	71	70	3	76	68	8
55-59	70	70	3	76	65	9
60-64	63	63	5	69	57	5
65-69	58	59	5	69	48	8
70-74	50	50	5	59	41	8
75-79	48	48	5	6	4	8
80-84	46	48	4	53	38	11
TOTAL	65	69	11	89	38	115

Fuente: Base de datos VGV/01

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En las tablas VI y VII observamos los valores sobre PI Max a CFR en relación a su media, mediana, desviación estándar; (VI Hombres y VII Mujeres), encontramos que estos valores representan el 78% en hombres y 80% en las mujeres de lo reportado por Black y Hyatt como normal para cada grupo de edad. Así mismo se reportan los valores máximos y mínimos obtenidos y el número de pacientes por cada grupo. Las gráficas de percentiles se localiza en el anexo 4.

**Tabla VI** Valores promedios de PI Max a CFR en Hombres Mexicanos

GRUPO DE EDAD	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MAXIMO	MINIMO	N
20-24	107	107	6	116	98	8
25-29	102	103	10	116	88	8
30-34	99	100	3	103	94	8
35-39	99	99	4	109	96	8
40-44	97	97	12	110	74	8
45-49	100	99	6	112	92	8
50-54	101	101	9	110	82	8
55-59	99	100	4	105	92	8
60-64	80	79	8	98	70	8
65-69	78	78	2	80	76	7
70-74	71	70	4	78	66	7
75-79	67	69	2	70	62	9
80-84	67	68	3	72	60	8
TOTAL	90	96	15	116	60	103

Fuente: Base de datos VGV/01

**Tabla VII** Valores promedios de PI Max a CFR en Mujeres Mexicanas

GRUPO DE EDAD	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MAXIMO	MINIMO	N
20-24	75	76	6	87	60	13
25-29	72	72	3	79	69	8
30-34	70	69	2	75	67	10
35-39	74	76	5	84	63	11
40-44	69	70	2	72	63	8
45-49	67	68	3	72	60	8
50-54	70	70	5	78	63	8
55-59	73	71	5	82	68	9
60-64	56	58	5	62	50	5
65-69	56	58	4	60	48	8
70-74	46	47	3	50	40	8
75-79	46	46	6	58	38	8
80-84	43	42	3	50	37	11
TOTAL	63	69	12	87	37	115

Fuente: Base de datos VGV/01

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En las tablas VIII y IX observamos los valores sobre PE Max en relación a su media, mediana, desviación estándar; (VIII Hombres y IX Mujeres), encontramos que estos valores representan el 54 % en hombres y 69% en las mujeres) de lo reportado por Black y Hyatt como normal para cada grupo de edad. Así mismo se reportan los valores máximos y mínimos obtenidos y el número de pacientes por cada grupo. Las gráficas de percentiles se localiza en el anexo 5.

**Tabla VIII** Valores promedios de PE Max en Hombres Mexicanos

GRUPO DE EDAD	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MAXIMO	MINIMO	N
20-24	145	144	13	162	123	8
25-29	146	144	11	161	130	8
30-34	146	151	16	165	120	8
35-39	144	143	4	153	139	8
40-44	135	135	5	146	129	8
45-49	135	133	7	149	124	8
50-54	130	132	14	143	97	8
55-59	144	145	5	153	136	8
60-64	112	115	10	127	93	8
65-69	103	106	7	112	93	7
70-74	98	99	3	103	93	7
75-79	93	93	4	99	86	9
80-84	96	97	4	101	89	8
TOTAL	125	132	22	165	86	103

Fuente: Base de datos VGV/01

**Tabla IX** Valores promedios de PE Max en Mujeres Mexicanas

GRUPO DE EDAD	MEDIA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR	MAXIMO	MINIMO	N
20-24	117	116	9	132	101	13
25-29	117	118	7	128	107	8
30-34	114	118	11	124	93	10
35-39	116	114	6	130	109	11
40-44	118	117	7	132	109	8
45-49	114	115	6	120	100	8
50-54	104	101	8	121	96	8
55-59	106	106	7	119	98	9
60-64	101	101	2	103	98	5
65-69	98	98	5	107	92	8
70-74	65	65	6	73	55	8
75-79	66	66	3	70	59	8
80-84	59	59	10	76	42	11
TOTAL	100	107	22	132	42	115

Fuente: Base de datos VGV/01

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El declive de la regresión lineal fue significativa para PI Max y PE Max en ambos géneros. No hubo regresión significativa de PI Max o PE Max con edad en hombres o mujeres menores de 59 años, en sujetos mayores de 59 años hubo regresión máxima de PE Max en hombres y mujeres y de PI Max en mujeres. Las gráficas y ecuaciones se encuentran en los anexos 6,7,8 y 9.



## DISCUSION

En el presente estudio medimos Presión Inspiratoria y Expiratoria máxima en un grupo de adultos sanos de México, para definir un rango de valores normales

Dudley F Rochester, Test of Respiratory Muscle Function Clinics in Chest Medicine; vol 9 No 2 June 1988, 249-261

REFERENCIA	EDAD	No SUJETOS HOMBRES	No SUJETOS MUJERES	HOMBRES PIMax H2O	HOMBRES PEMax H2O	MUJERES PIMax H2O	MUJERES PEMax H2O
Hutchinson	Adult	1061	0	89	130	---	---
Ringqvist	18-29	37	33	146 +/-26	247 +/-41	113 +/-24	170 +/-29
Leech et al	21-35	108	81	114	160	67	94
Cook et al	18-32	0	9	---	---	100+/-19	146+/-34
	18-47	12	0	133+/-39	237+/-45	---	---
Black/Hyatt	20-54	60	60	124+/-22	233+/-42	---	---
Jones et al	18-23	0	24	---	---	63+/-24	101+/-38
Gilbert et al	20-54	53	42	119	---	82	---
Gross	15-54	30	0	109	162	---	---
Rahn et al	Adult	31	0	109	158	---	---
Shilling	Adult	419	0	---	155	---	---
Cripps	Adult	950	0	---	181	---	---
Schneider	Adult	123	0	---	167	---	---
Di Marco et al	Adult	11	0	108+/-6	---	---	---

*Chest 1984 86 4 571*

Algunos factores pueden contribuir en el gran rango de valores descritos para adultos en estudios previos. El primero concierne el curso temporal de las presiones generadas. Aunque Rahan et al reportaron primero que la presión expiratoria máxima que puede ser sostenida voluntariamente es cerca de 160cmH<sub>2</sub>O, Mills 17 después mostró que los valores sobre los 260cmH<sub>2</sub>O podían ser obtenidos transitoriamente por un esfuerzo voluntario máximo. El último valor es mas cercano al reportado por algunos laboratorios como un PE max para adultos masculinos. De ese modo las mediciones de PI max y PE max pueden variar marcadamente con la velocidad de maniobra

La respuesta característica del aparato para medir las presiones, y la decisión del observador para registrar ya sea el máximo o la presión máxima sostenida.

En un pequeño número de sujetos estudiados, el repentino esfuerzo voluntario produce presiones transitorias marcadas, particularmente sobre la expiración. Secundariamente, la fuga de aire por la boca y la nariz pueden producir inexactitud durante la medición de la fuerza expiratoria. En la mayoría de los sujetos las fugas de aire detectadas fueron claramente aparentes durante la prueba de estudio inicial, pero se corrigieron rápidamente con la instrucción cuidadosa. En tercer lugar, la medición de la fuerza respiratoria son notoriamente influenciadas por la motivación. Nuestros sujetos control altamente motivados obtuvieron valores similares a los reportados en estudios previos 1,9,11,13.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Finalmente el número de pruebas usadas para medir PI max y PE max pueden afectar el registro de presiones máximas. Ha sido demostrado que los valores máximos registrados pueden incrementarse sobre 10 intentos. De esa manera Ringqvist 2 usando 10 o más pruebas reportó presiones máximas más altas que Black y Hyatt 7 ó Locch et al 4, quienes usaron 2 o 3 pruebas, respectivamente para determinar sus valores normales.

Valores normales basados sobre un pequeño número de pruebas puede ser una elección más apropiada para el laboratorio clínico, donde repetir pruebas puede ser impráctico o imposible en pacientes. Mientras las presiones bucales máximas generadas son altamente dependientes de los volúmenes pulmonares los cuales son medidos, los estudios deben presentar qué mediciones fueron hechas cerca de VR y CPI para PI max y PE max, respectivamente. Parece poco probable que la diferencia entre laboratorios en los volúmenes pulmonares escogidos para estas maniobras respiratorias explica la amplia variabilidad en los valores reportados.

Ha sido reconocido por mucho tiempo que una presión inspiratoria altamente negativa puede ser generada solo por los músculos bucinadores contra una glotis cerrada. 2 En un intento por evitar este artefacto, Ringqvist 2 y otros investigadores abogan el uso de una pequeña fuga por la boquilla para prevenir el cierre de la glotis. Nuestros datos no muestran volúmenes excesivamente altos para PI max, sugiriendo que la instrucción cuidadosa y la observación de los sujetos puede ser más valiosa que el pequeño escape en la boquilla para prevenir un artefacto de cierre de glotis.

Otro aspecto importante que podría influir en la diferencia de presiones comparada con autores de otros países son las características propias de cada región como son factores nutricionales y raza.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

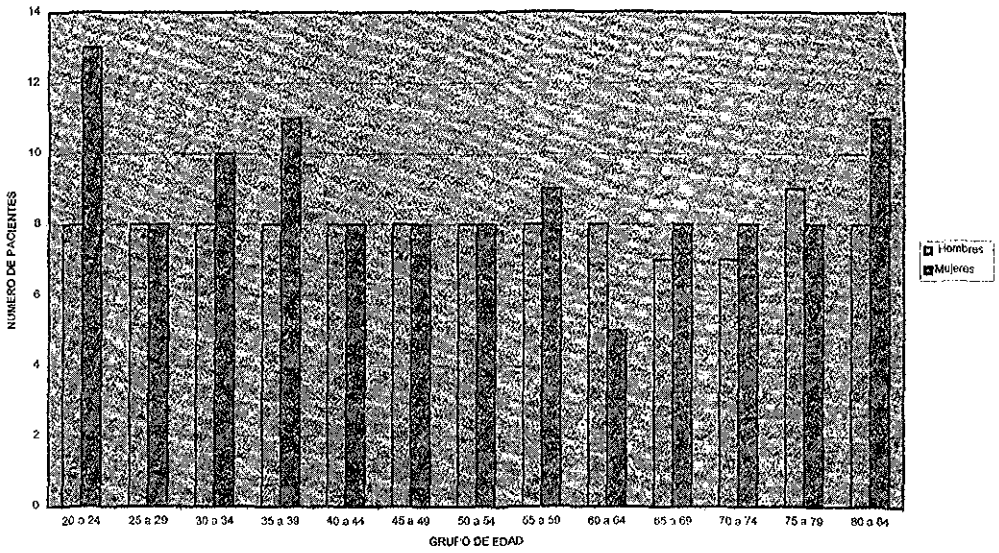
## CONCLUSION

Una revisión de valores normales reportados para PI max y PE max en adultos sanos anglosajones muestran variaciones importantes en comparación con los resultados obtenidos en población mexicana, mas probablemente a consecuencia de uno o más de los factores mencionados previamente en la discusión.

Cuando calculamos valores por un análisis de varianza, estas diferencias se ven para ser no solo clínica sino estadísticamente significativas: Para Pemax en ambos sujetos masculinos y femeninos,  $p < 0.01$ ; para PI max en mujeres  $P < 0.05$ , y para P Imax en hombres  $p < 0.05$ , aproximándose a niveles convencionales de significancia estadística. Estos contrastos sugieren diferencias que pueden ser explicadas por una sola oportunidad y puede ser atribuido a diferencias no resueltas en metodología. De este modo, los valores normales mostrados en la literatura podrían ser usados para comparar con precaución. Si los valores normales deben ser seleccionados de la literatura, debe tenerse cuidado para usar valores medidos, en la misma forma como aquel que fue usado para la prueba clínica. Mas apropiadamente, cuando los datos de PI max y PE max sean reportados en estudios futuros deberán ser usados valores controles del mismo lugar para su comparación, más que selección arbitraria de los rangos disponibles en la literatura, al menos hasta que las diferencias en procedimiento entre los laboratorios son resueltas.

ANEXO 1

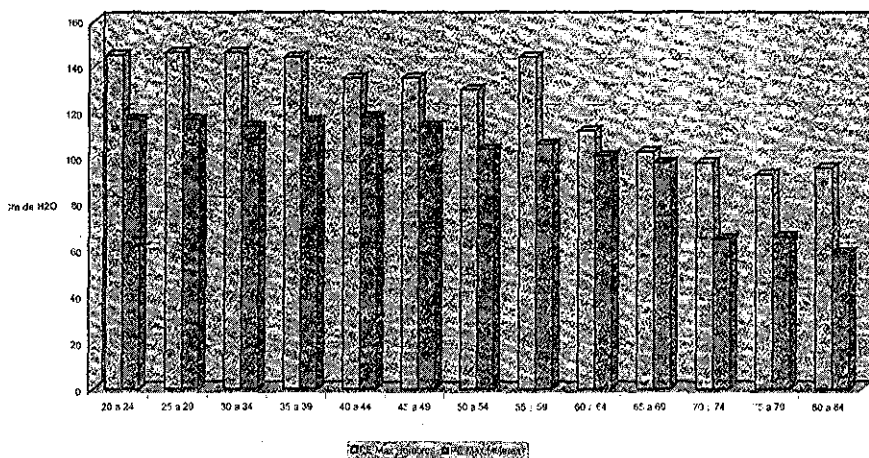
DISTRIBUCION DE LA POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD Y GENERO



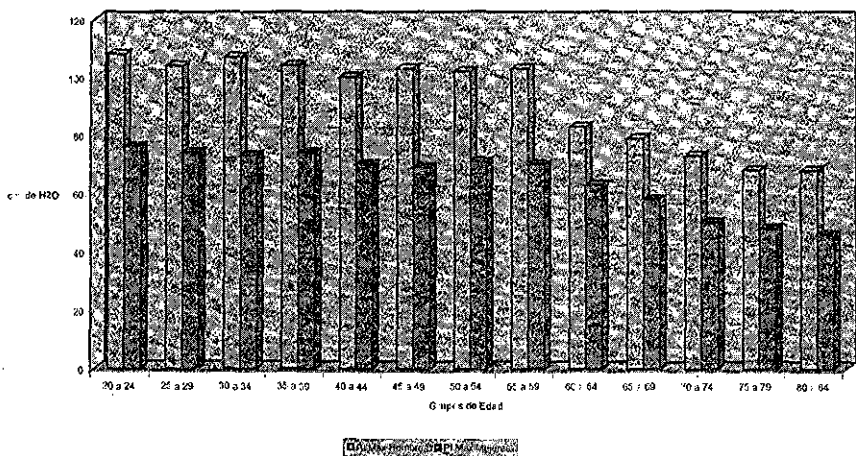
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO 2

Fresion Expiratoria Máxima en adultos mexicanos



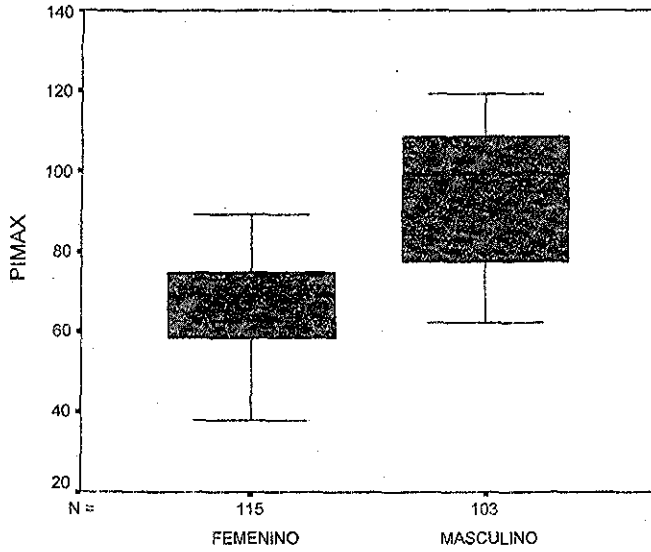
Presión Inspiratoria Máxima en adultos mexicanos



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 3

Grafica de Percentilas para PI Max VR

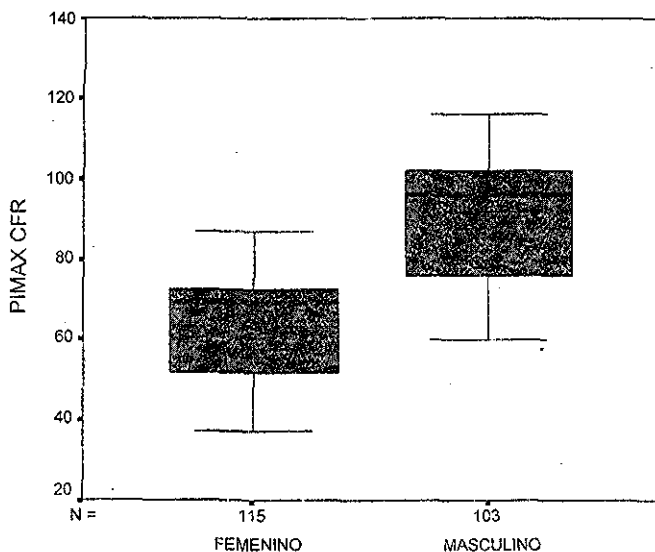


	FEMENINO	MASCULINO
MEDIA	66	92
MEDIANA	69	99
DESVIACION ESTANDAR	11	16
MAXIMO	89	119
MINIMO	38	62
N	115	103

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 4

Grafica de Percentilas para PI Max CFR

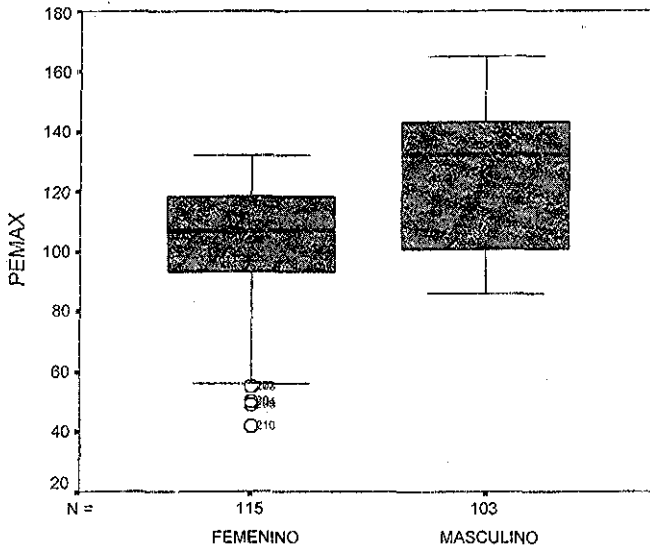


	FEMENINO	MASCULINO
MEDIA	63	90
MEDIANA	69	96
DESVIACION ESTANDAR	12	15
MAXIMO	87	116
MINIMO	37	60
N	115	103

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 5

Grafica de Percentilas para PE Max en Hombres y Mujeres



	FEMENINO	MASCULINO
MEDIA	100	125
MEDIANA	107	132
DESVIACION ESTANDAR	22	22
MAXIMO	132	165
MINIMO	42	86
N	115	103

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

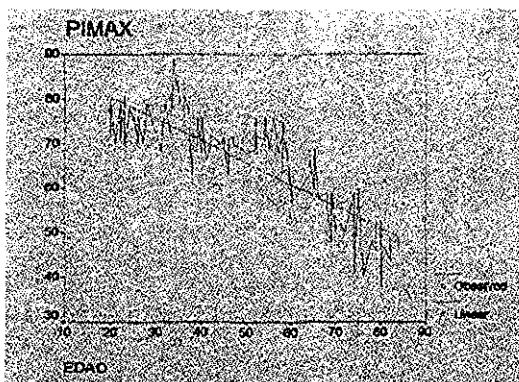


ANEXO 6

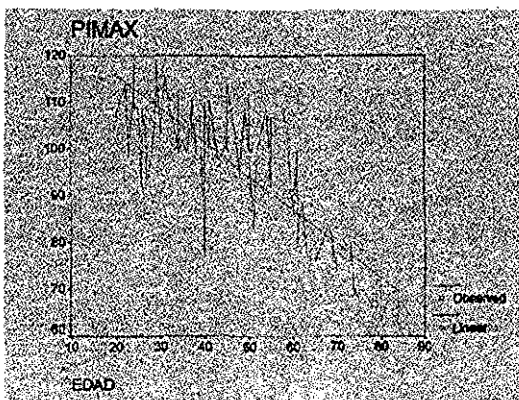
Ecuación de regresión relacionando PI Max VR, edad y género

Modelo Pimax	Beta	Ecuación	r <sup>2</sup>	P<
Constante	67.279	$Pimax = 67.279 + 28.242 X_1 - 0.594 X_2$	0.838	0.03
Genero (X <sub>1</sub> )	28.242			0.03
Edad (X <sub>2</sub> )	-0.594			0.03

Línea de regresión relacionando edad y PI Max cerca del volumen residual en Mujeres.



Línea de regresión relacionando edad y PI Max cerca del volumen residual en Hombres.



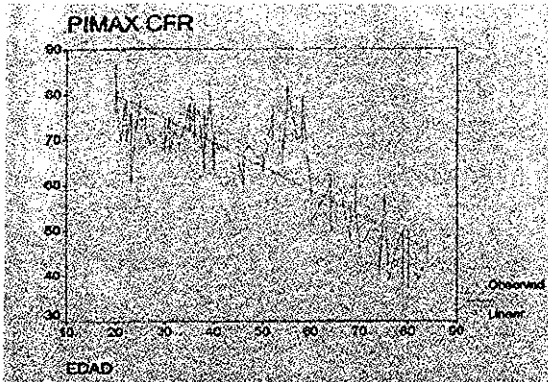
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 7

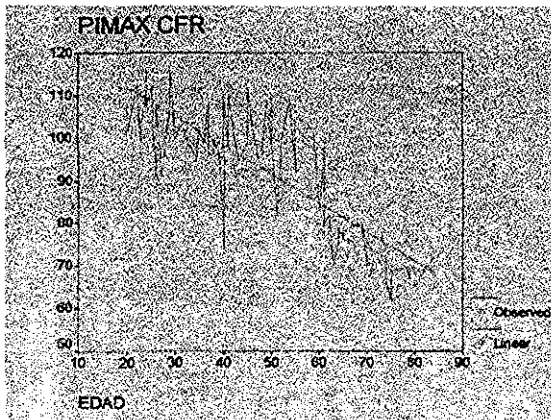
Ecuación de regresión relacionando PI max CFR, edad y género

Modelo Pimax CFR	Beta	Ecuación	r <sup>2</sup>	P<
Constante	66.701	Pimax CFR = 66.701+ 27.311 X <sub>1</sub> - 0.598X <sub>2</sub>	0.83	0.03
Genero (X <sub>1</sub> )	27.311			0.03
Edad (X <sub>2</sub> )	-0.598			0.03

Línea de regresión relacionando PI Max cerca de la capacidad funcional residual en Mujeres.



Línea de regresión relacionando PI Max cerca de la capacidad funcional residual en Hombres



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

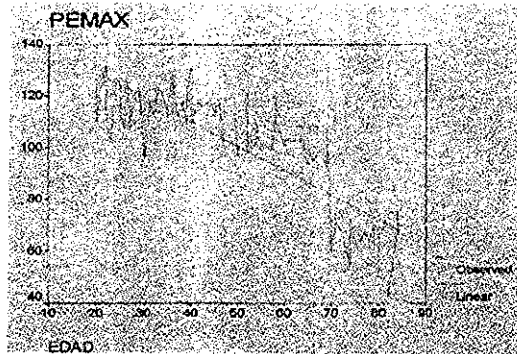
ESTA TESIS NO SALE  
 DE LA BIBLIOTECA

**ANEXO 8**

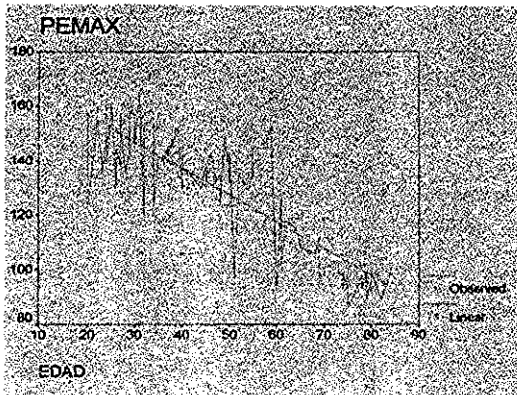
Ecuación de regresión relacionando PE Max, edad y género.

Modelo Pemax	Beta	Ecuación	r <sup>2</sup>	P<
Constante	122.197	Pemax CFR = 122.197+ 26.727X <sub>1</sub> -- 0.964X <sub>2</sub>	0.768	0.03
Genero (X <sub>1</sub> )	26.727			0.03
Edad (X <sub>2</sub> )	-0.964			0.03

Línea de regresión relacionando edad y PE Max en Mujeres



Línea de regresión relacionando edad y PE Max en Hombres



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 9

Ecuación de regresión lineal relacionando presiones respiratorias máximas, edad y género

Genero	Edad	Ecuación	r <sup>2</sup>	p
Femenino	20 a 84 años	Pimax = 90.278 - 0.49X	0.724	P < 0.05
		Pimax CFR = 90.658 - 0.531X	0.695	P < 0.05
		Pemax = 148.06 - 0.947X	0.693	P < 0.05
Masculino	20 a 84 años	Pimax = 130.53 - 0.724X	0.699	P < 0.05
		Pimax CFR = 125.65 - 0.681X	0.684	P < 0.05
		Pemax = 176.76 - 0.986 X	0.699	P < 0.05

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFIA

1. Roussos C Respiratory muscle fatigue in hypercapnic patients. *Bull Eur Physiol Pathol Respir* 1979; 15: 117-123
2. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin Chest Med* 1988; 9: 175-193
3. P de Lucas Ramos y JM Rodríguez Gonzalez-Moro Rehabilitación de los músculos respiratorios en la EPOC. *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 460-470
4. Sieck GC Diaphragm muscle; structural and functional organization. *Clin Chest Med* 1988; 9: 195-210
5. Rochester DF, Arora NS. Respiratory muscle failure. *Med Clin North Am* 1983; 67:573-599.
6. - Derenne J Macklem PT. Roussos CH. The respiratory muscles: mechanics, control and pathophysiology. *Am Rev Respir Dis* 1979; 118:119-133
7. Arora NS, Rochester DF. Effect of chronic obstructive pulmonary disease in diaphragm muscle dimensions. *Am Rev Respir Dis* 1981; 123: 179.
8. Andersen JB, Dragsted L, Kann I. Resistive breathing training in severe chronic obstructive pulmonary disease. A pilot study. *Scand J Respir Dis* 1989; 60: 151-156
9. Pardy RL, Reid WD, Belman MJ. Respiratory muscle training. *Clin Chest Med* 1988; 9: 287-296.
10. Clanton IL, Dixon GF, Drake J. Effects of breathing pattern on inspiratory muscle endurance in humans. *J Appl Physiol*, 1985; 59: 1834-1841
11. Lisboa C, Muñoz V, Beroiza I, Leiva A, Cruz E. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation. Comparison of two different training load with a threshold device. *Eur Respir J* 1994; 7: 1266-1274.
12. Villafranca C, Borzone G, Leiva A, Lisboa C. Effect of inspiratory muscle training with an intermediate load on inspiratory power output in COPD. *Eur Respir J*. 1988; 11:28-33
13. De Lucas P, Rodríguez JM, Garcia de Pedro J, Santacruz A, Tatay E, Cubillo JM. Entrenamiento de los músculos inspiratorios en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Su impacto sobre las alteraciones funcionales y sobre la tolerancia al ejercicio. *Arch Bronconeumol*. 1988; 34:67-70

14. Falk P, Eriksen AM, Kolliker K. Relieving dyspnea with an inexpensive and simple method in patients with severe chronic airflow limitation. *Eur J Respir Dis* 1985; 66:181-186
15. Harver A, Mahler D A, Daubenspeck JA. Targeted inspiratory muscle training improves respiratory muscle function and reduces dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1989; 111:117-124.
16. Killan J, Jones NL. Respiratory muscles and dyspnea. *Clin Chest Med* 1988; 9:237-248
17. Mahler DA, Harver A. A factor analysis of dyspnea ratings, respiratory muscle strength, and lung function in patients with Chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:467-470
18. Patessio A, Rampulla C, Frachia C. Relationship between the perception of breathlessness and inspiratory resistive loading: report on a clinical trial. *Eur Respir J* 1989; 2:587S-591S
19. Fiz JA: y Morera J. Exploración funcional de los músculos respiratorios. *Arch Bronconeumol*, 2000;36:7 391-409
20. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969; 99: 696-702.
21. Casan P, Mayos M, Galdiz J, Giner J, Fiz JA, Montserrat JM. Determinación de las presiones respiratorias estáticas máximas. Propuesta de procedimiento. *Arch Broncomeumol* 1990; 26: 233-228.
22. Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Agustí-Vidal A. How many manoeuvres should be done to measure maximal inspiratory pressure in patients with chronic airflow obstruction? *Thorax* 1989; 44:419-421.
23. Larson JL, Covey MK, Vitalo CA, Alex CHG, Patel M, Kim. Maximal inspiratory pressure. Learning effect and retest reliability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1993; 104:448-453.
24. Fiz JA, Aguilar J, Gallego M, Izquierdo J, Monso E, Morera J, The length of time healthy subjects and patients with chronic obstructive pulmonary disease are able to withstand maximal inspiratory pressure. *Respiration* 1991; 58:301-303
25. Mayos M, Giner J, Casan P, Sanchis J. Measurement of maximal static respiratory pressures at the mouth with different air leaks. *Chest*1991;100:364-366
26. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:277-281

27. Rahan, H, Otis, A B, Chadwick, L E , y Fenn, W.O.: The pressure-volume diagram of the thorax and lung, *Amer J Physiol.*, 1946, 146-161
28. Cook, C.D., Mead, J, and Orzalesi. M M : Static volume-pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts, *J. Appl Physiol.* 1964, vol 19, pag 1016
29. Ringqvist. I : The ventilatory capacity in healthy subjects: An analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand, J Clin. Lab Invest* , 1966 (supplement 88, p. 1).
30. Daarlene Reid, Ventilatory muscle strength and endurance training in elderly subjects and patients with chronic airflow limitation: A pilot study *Physiotherapy Canada.* november-december 1984, vol 36, num 6, pag 305-311.
31. Dudley F Tochester, MD Test of Respiratory Muscle Function, *Clinics in Dhest Medicine*, Vol 9, num 2, june 1988. Pag 249-261
32. Miller RD. Olsen AM: Exertional dyspnea: A primary complaint in unusual cases of progressive muscular atrophy and amyotrophie lateral sclerosis. *ANN. Intern Med;* 1957,46: 119
33. Guilliam PM. Respirationin dystrophia myotonica, *Thorax.* 1964, 19, 112
34. Thomas H. Shaffer. PhD, Marla R. Wolfson, BS and Vinod K, Bhutani, MD Respiratory Muscle Function, Assessment, and Training *Physical Therapy*, Vol 61, num 12, Diciembre 1981. Pag 1711-1723
35. Robert J Smyth, M Sc; Kenneth R Champan, MD, FCCP and Anthony S. Rebeck, MD FCCP, Maximal Inspiratory and Expitatory Pressures in Adolescents *Chest*, vol 86, num 4, Octubre, 1984, pag 568-572
36. Totnvall G: Assessment of physical capabilities: With special reference to the evaluation of maximal voluntary isometric muscle strength and maximal working capacity: An experimental study on civilian an military subject groups, *Acta Physiol, Scand*, 1963, 55 (Supplement 201, p 1)
37. Fajardo G, Consistencia y validez de una medición en la investigación clinica. Definición, evaluación y su interpretación *Rev Med Hosp Infant Mex*, Vol 48, mayo 1991 , pag 367-381